



**ГРУППА «РУСЭЛТ»**

РОССИЙСКОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ  
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

**WWW.RUSELT.RU**



# СИСТЕМЫ ПУСКА И УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ 6, 10 кВ

ПРОИЗВОДСТВО СИСТЕМ ПУСКА И УПРАВЛЕНИЯ  
АСИНХРОННЫХ И СИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ  
**С 2011 ГОДА**

**WWW.RUSELT.RU**

## О КОМПАНИИ

**Группа «РУСЭЛТ»** -  
российское  
производственное  
объединение  
предприятий  
электротехнической  
области



Деятельность группы «РУСЭЛТ» охватывает проектирование, производство, внедрение и сервисное сопровождение систем гарантированного и качественного электропитания, систем управления, преобразования и распределения электроэнергии, электродвигателей и насосов.

Предприятия группы аккредитованы в соответствии с требованиями международных стандартов менеджмента качества ISO 9001:2015 и экологического менеджмента ISO 14001:2016. Система управления качеством регулирует все рабочие процессы, их планирование и выполнение от разработки конструкторской документации до ввода оборудования в эксплуатацию.

Внедренная система бережного производства способствует снижению уровня используемых ресурсов, стандартизации и оптимизации производственных процессов, тем самым обеспечивая повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Наши объединенные навыки способствуют созданию высокотехнологичного, конкурентоспособного оборудования, адаптированного к условиям и техническим требованиям эксплуатации российского потребителя. В состав группы входят ведущие отечественные предприятия – АО «Электромаш», г. Тула; ООО «Русэлт-Инжиниринг» г. Москва.

В своей работе мы опираемся на многолетний накопленный опыт, подкрепленный высоким техническим уровнем оснащения и современными технологиями производства.

Следуя требованиям времени, мы постоянно развиваем свои технологии, совершенствуя существующее и разрабатывая новое оборудование, предлагая эффективные решения.

Непрерывное улучшение качества достигается путем системного контроля и анализа отзывов клиентов.

**Одним из приоритетных направлений деятельности завода является производство систем пуска и управления высоковольтных электродвигателей.**

Начиная с 2001 года предприятие изготавливает электродвигатели для химической, нефтяной, газовой, угольной промышленности, металлургии, топливно-энергетического комплекса, целлюлозно-бумажной отрасли, жилищно-коммунального, сельского хозяйства и других отраслей народного хозяйства.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ВЫСОКАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМ

Асинхронные и синхронные электродвигатели - наиболее востребованные механизмы в промышленности, получившие массовое распространение во всех производственных отраслях, в частности в насосном оборудовании, в приводах промышленных станков, компрессорах, конвейерах, вентиляторах, центрифугах и другом оборудовании.

Из-за особенностей конструкции и принципа работы применение электродвигателей не лишено недостатков. Трудности эксплуатации электродвигателей связаны с запуском электродвигателя и последствиями, возникающими при этом. Плавный пуск – наиболее важный и ответственный из режимов работы электродвигателя.

Кроме проблемы пуска, во многих промышленных установках на регулируемый электропривод возлагаются задачи не только плавного регулирования момента и скорости вращения электродвигателя, но и задачи замедления и торможения элементов установки.

Применение устройств плавного пуска и преобразователей частоты оказывает существенное влияние на энергопотребление, позволяя резко снизить затраты на электроэнергию, уменьшить расходы на обслуживание и дополнительное электрооборудование питающей сети, повысить надежность и производительность электродвигателя, а также существенно улучшить управление технологических процессов.

Гибкость конфигурации и широкий выбор опционных характеристик позволяют использовать данные системы в промышленности для разных отраслей от водопроводных до нефтедобывающих систем.

При запуске, электродвигателю необходимо преодолеть момент нагрузки на валу, для чего требуется большое энергопотребление. Большой начальный пусковой ток вызывает значительные просадки напряжения, что нарушает работу, как других потребителей, так и самого электродвигателя. Кроме того, резкий рывок в момент пуска, связанный с большим моментом, может повредить механические части привода. Еще одна проблема, возникающая при запуске - большие пусковые токи. Протекая по обмотке электродвигателя они выделяют большое количество тепла, при этом изоляция обмотки может прийти в негодность, что вызовет межвитковое замыкание и выход электродвигателя из строя.

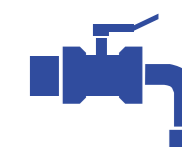
### Газовая промышленность

Объекты использования: Газоперекачивающий агрегаты, компрессоры, вентиляторы



### Предприятия водоснабжения и водоотведения (ЖКХ)

Объекты использования: Сетевые насосы, воздуходувки



### Предприятия нефтяного комплекса

Объекты использования: Погружные насосы, буровые насосы, насосы перекачки, компрессоры, мешалки, воздуходувки



### Предприятия энергетического комплекса

Объекты использования: Вентиляторы, дымососы, компрессоры, питательные, регулирующие и сетевые насосы, мельницы



### Предприятия металлургической промышленности

Объекты использования: Вентиляторные установки, воздуходувки, компрессоры



### Цементная промышленность

Объекты использования: Мельницы, пылеуловители



### Химическая промышленность

Объекты использования: Вентиляторы, насосы, компрессоры



### Предприятия угольной и горнодобывающей промышленности

Объекты использования: Конвейеры, экскаваторы, дробилки, скипы, компрессоры, вентиляторы, лебедки



# ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ ДЛЯ АСИНХРОННЫХ И СИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Преобразователь частоты серии РИТМ-В на среднее напряжение 3/6/10 кВ - современное техническое решение для управления скоростью вращения асинхронных и синхронных электродвигателей мощностью от 250 до 15 000 кВт в трехфазных сетях с частотой 50Гц.

Преобразователь сконструирован на базе самых современных и передовых технологий силовой электроники. Производится АО «Электромаш» по техническим условиям ТУ 3416-029-55978767-12.

Преобразователь частоты РИТМ-В состоит из фазосдвигающего трансформатора, последовательно собранных силовых модулей и системы управления, объединенных оптоволоконной связью. Примененная технология многоуровневой ШИМ-модуляции, с использованием IGBT-транзисторов, характеризуется низким уровнем пульсаций и синусоидальным выходным напряжением, что делает преобразователь идеальным решением для стандартных и нестандартных типов электродвигателей.

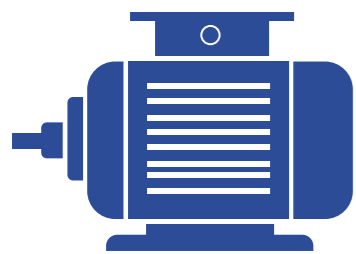
Линейка преобразователей частоты РИТМ-В представлена в 5-ти конструктивных исполнениях, различных типоразмерах и с широким перечнем дополнительных опций, что позволяет легко адаптировать преобразователь частоты под требования заказчика и использовать оборудование в различных отраслях промышленности.

Внедрение преобразователя частоты способствует оптимизации и повышению эффективности производства благодаря уменьшению воздействия пусковых токов на электрическую сеть, снижению износа электродвигателя, сокращению расходов на электроэнергию и техническое обслуживание.

В 2015 году ПЧ РИТМ-В удостоен диплома всероссийского конкурса «100 лучших товаров России»

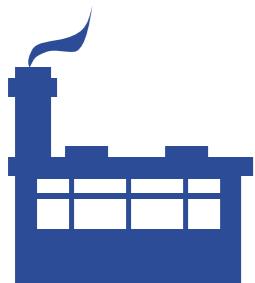
## ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ

### ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ



- Плавный пуск электродвигателя
- Бесступенчатое регулирование частоты вращения электродвигателя
- Устранение гидроударов и динамических перегрузок в трубопроводах
- Повышение производительности электродвигателя
- Автоматическое поддержание величин технологических параметров
- Увеличение ресурса работы электродвигателя
- Снижение уровня аварийности оборудования

### ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ



- Снижение капиталовложений
- Сокращение расходов на обслуживание
- Снижение ремонтных расходов
- Экономия электропотребления до 30%
- Гарантируемая непрерывность производства

РИТМ-В	ММММ	ТТТ	ВВ	ХХ	ЭДХ	КХ	БХХХ	СХХ	ИФХ	СОХ	АААА	IPXX
Мощность, кВт												
Максимальный ток, А												
Напряжение, В			3									
			6									
			10									
Количество силовых ячеек (9, 15, 18, 24, 27)												
Тип управления двигателя					Асинхронный	ЭДА						
					Синхронный	ЭДС						
Тип корпуса					Одностороннего обслуживания		К1					
					Двухстороннего обслуживания		К2					
					Блок-контейнер (мобильный)		К3					
					Блочно-модульное		К4					
					Взрывозащищенный		К5					
					По ТЗ заказчика		К6					
Байпас					Без байпаса		ББ00					
					Ручной на подключение 1ПЧ/1ЭД		БР11					
					Автоматический на подключение 1ПЧ/1ЭД		БА11					
					Ручной на подключение 1ПЧ/2ЭД		БР12					
					Автоматический на подключение 1ПЧ/2ЭД		БА12					
					Ручной на подключение 2ПЧ/3ЭД		БА23					
					По ТЗ заказчика		БТ33					
Интерфейс системы управления					Сенсорный ЖК дисплей		СУ10					
					Сенсорный ЖК дисплей + пульт управления		СУ11					
					Сенсорный ЖК дисплей + пульт управления + светодиодная индикация		СУ20					
					Сенсорный ЖК дисплей + пульт управления + светодиодная индикация + пост аварийного стопа		СУ21					
					По ТЗ заказчика		СУ30					
Интерфейс связи					RS485				ИФ1			
					Ethernet				ИФ2			
Способ охлаждения					Принудительное воздушное					СО1		
					Принудительное водяное					СО2		
					Принудительное с тосолом					СО3		
Климатическое исполнение					У3, У4, УХЛ1, УХЛ4							
Степень защиты от внешних воздействий					IP31, IP41, IP44, IP54, IP55							

Выходная частота  
0-120 Гц

Диапазон мощностей:  
250-20000 кВт

### Шкаф трансформатора

Сухой многообмоточный фазосдвигающий трансформатор с расщепленными обмотками;  
Воздушная система охлаждения;  
Система контроля температуры трансформатора.

### Система охлаждения

Вытяжные центробежные вентиляторы.



### Шкаф ввода-вывода

Вводной контактор;  
Вводной разъединитель;  
Выводной разъединитель.

### Шкаф инвертора

Силовые модули на базе IGBT транзисторов;  
Взаимозаменяемые силовые модули;  
Оптоволоконная, помехоустойчивая связь .

### Воздушные фильтры

Сменные воздушные фильтры.

### Шкаф контроллера управления

Технологические контроллеры;  
Сенсорный ЖК монитор 10-15", с удобным и понятным интерфейсом;  
Индикаторы состояния преобразователя частоты;  
Источник бесперебойного питания.

## КОНСТРУКЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ РИТМ-В

Конструктивно преобразователь частоты РИТМ-В состоит из шкафа трансформатора, шкафа силовых ячеек, шкафа контроллера управления, шкафа ввода вывода и системы охлаждения. Другие компоненты могут быть добавлены в конструкцию в соответствии с требованиями заказчика.

В ПЧ РИТМ-В реализован принцип преобразования трехфазного переменного напряжения в напряжение с постоянной частотой, и затем в переменный ток. Преобразование тока из переменного в постоянный и из постоянного в переменный происходит в силовых ячейках.

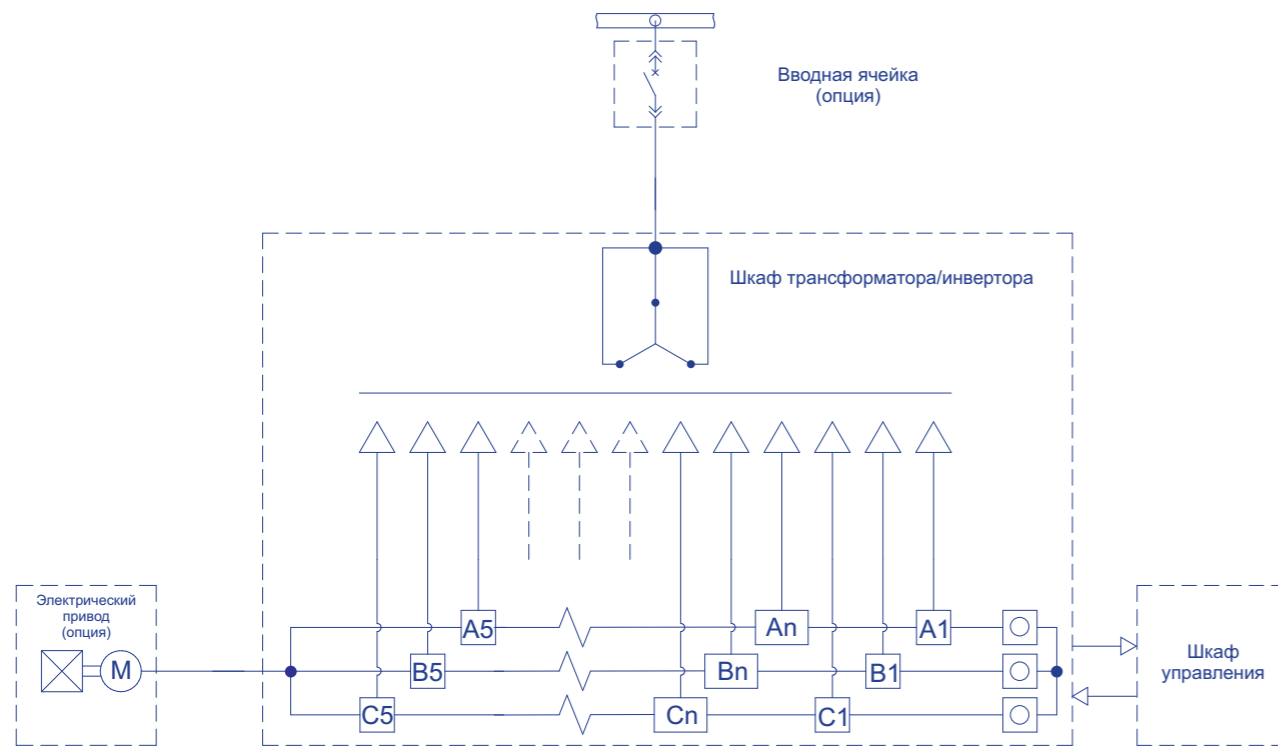


Рис. 1 Структурная схема ПЧ серии РИТМ-В на 6 кВ

## КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

- фазосдвигающий изолирующий трансформатор
- модульная конструкция силовых модулей
- каскадная топология с мостовыми инверторами
- инвертор на базе IGBT транзисторов
- технология ШИМ
- ПИД-регулятор
- скалярное или векторное управление
- поддержка Modbus RTU/ TCP
- байпас силового модуля (электронный или механический)
- встроенный источник бесперебойного питания
- микропроцессорный блок управления
- система самодиагностики
- оптоволоконная линия связи
- сенсорный ЖК-дисплей
- программируемые цифровые каналы
- интуитивно понятный интерфейс
- большая длина кабеля

## СОСТАВ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ РИТМ-В

### ШКАФ ТРАНСФОРМАТОРА

Трехфазный многообмоточный фазосдвигающий трансформатор с расщепленными обмотками является трансформатором сухого типа с классом изоляции по нагревостойкости Н (180 оС).

Специальная конструкция магнитопровода и вторичных обмоток трансформатора преобразуют трехфазное входное напряжение в несколько трехфазных выходных напряжений, сдвинутых относительно друг друга по фазе на небольшой угол.

Такой принцип получения трехфазного напряжения со сдвигом фаз, наряду с подключением каждого силового модуля к отдельной вторичной обмотке трансформатора позволяет:

- исключить необходимость в установке выходных трансформаторов
- исключить потребность в установках компенсации реактивной мощности
- исключить использование дополнительных гармонических фильтров
- компенсировать гармонические помехи на выходе
- устранить высшие гармоники на входе
- поддерживать высокий коэффициент мощности

### ШКАФ КОНТРОЛЛЕРА УПРАВЛЕНИЯ

Система управления представлена микропроцессорными блоками на базе контроллеров и системой коммутации.

Контроллеры обеспечивают проверку работоспособности всей системы, анализ и коррекцию ошибок данных и формируют сигналы управления и защит. Передача данных между системой управления и силовыми модулями осуществляется по оптоволокну, что позволяет исключить паразитное влияние электромагнитных помех и повысить надежность системы.

Для вывода информации о состоянии работы преобразователя частоты на лицевой панели шкафа располагаются панель управления и система индикации. Панель управления представлена цветным сенсорным ЖК дисплеем 10' или 15' с удобным и простым интерфейсом.

Кроме того, в шкафу размещен источник бесперебойного питания, что позволяет продолжить работу системы управления при кратковременном прекращении питающей сети.

### ПЧ РИТМ-В поддерживает следующие режимы управления:

- режим самодиагностики и тестирования (низковольтная отладка);
- режим ручного управления с панели управления;
- удаленный режим по дискретному каналу или по интерфейсу RS-485/RJ45 (протоколы Modbus RTU/TCP);
- режим автоматического управления по заданным параметрам



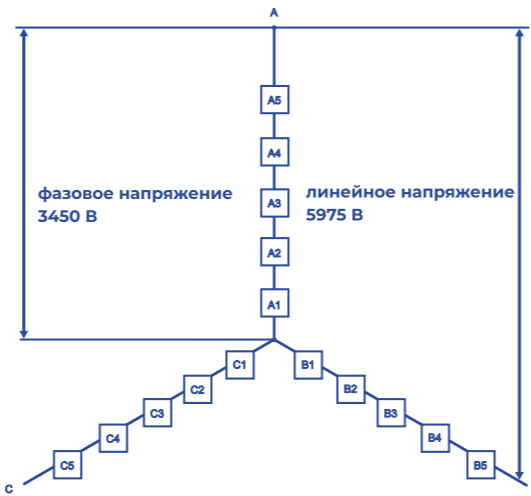
## ШКАФ ИНВЕРТОРА (ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ) С СИЛОВЫМИ МОДУЛЯМИ

Шкаф инвертора состоит из собранных последовательно силовых модулей по технологии «перекрывания», то есть получение выходного напряжения происходит напрямую посредством волны перекрытия.

### Силовые модули конструктивно разделены на 3 группы:

- модули группы А
- модули группы В
- модули группы С

Последовательно соединенные модули в одном ряду составляют одну фазу. Три ряда силовых модулей соединяются по схеме «ЗВЕЗДА».

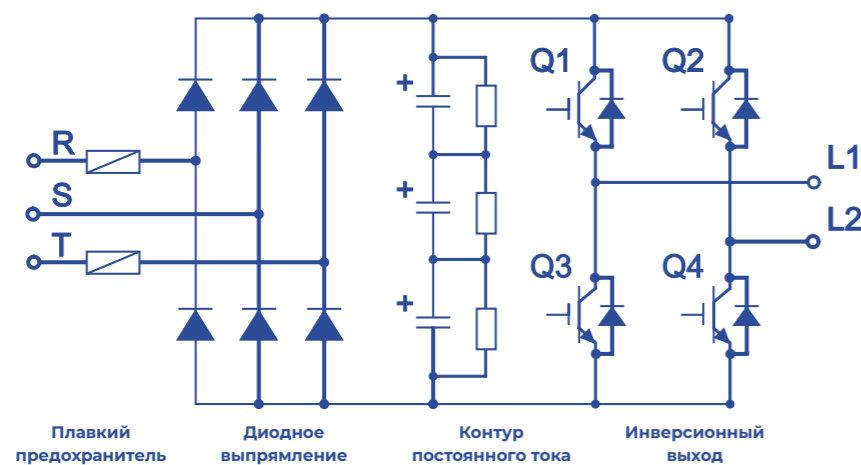


**Рис. 2** Получение высокого напряжения 6 кВ с использованием последовательного соединения силовых ячеек

К питающей трехфазной сети переменного тока (3кВ / 6кВ / 10кВ) преобразователь присоединяется первичными обмотками входного многообмоточного трансформатора. Вторичные обмотки трансформатора отличаются фазовым смещением трансформируемого напряжения, преобразуя высоковольтное трехфазное входное напряжение в несколько трехфазных выходных, сдвинутых относительно друг друга по фазе. Напряжение со вторичных обмоток трансформатора через плавкие предохранители поступает на вход трехфазного выпрямителя силового модуля.

В силовом модуле переменное напряжение преобразуется в напряжение постоянного тока и сглаживается фильтром. Далее инвертор на IGBT транзисторах генерирует выходное напряжение переменной частоты.

Выходное напряжение фазы преобразователя частоты реализовано по технологии многоуровневой широтно-импульсной модуляции, путем суммирования выходного напряжения последовательно соединенных силовых модулей, принадлежащих к одной фазе.



**Рис. 3** Структура силового модуля

### Состав силового модуля:

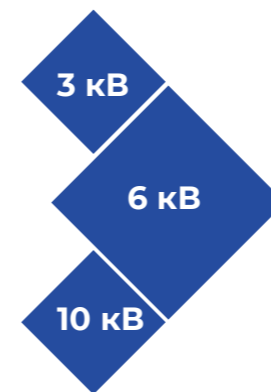
- трехфазный выпрямитель, собранный по схеме моста Ларионова;
- сглаживающий фильтр звена постоянного тока;
- однофазный выходной инвертор на IGBT транзисторах нового поколения.

Количество силовых модулей на одну фазу, как и выходное напряжение инвертора, в зависимости от номинального напряжения и мощности преобразователя частоты различается.

Выходное напряжение инверторов, кВ	Число силовых модулей	Выходное фазное напряжение, В	Выходное линейное напряжение, кВ	Число уровней напряжения на каждую фазу
3	3 (4)*	1732	3	5
6	5 (6)*	3450	6	11
6.6	6 (7)*	3810	6,6	13
10	8 (9)*	5760	10	17
11	9 (10)*	6351	11	19

\* - применяется по желанию заказчика.

### КАК ПОЛУЧАЕМ ВЫСОКОЕ НАПЯЖЕНИЕ



В составе ПЧ на 3 кВ входит 9 силовых модулей переменного тока по 577 В. Каждые 3 силовых модуля соединены последовательно для формирования одной фазы: **3\*577=1732 В**.

Трехфазное соединение по схеме «ЗВЕЗДА» образует линейное напряжение на выходе 3 кВ : **1732\*1,732 = 2999 В**.

В составе ПЧ на 6 кВ входит 15 силовых модулей переменного тока по 690 В. Каждые 5 силовых модулей соединены последовательно для формирования одной фазы: **5\*690=3450 В**.

Трехфазное соединение по схеме «ЗВЕЗДА» образует линейное напряжение на выходе 6 кВ : **3450\*1,732 = 5975 В**.

В составе ПЧ на 10 кВ входит 24 силовых модулей переменного тока по 720 В. Каждые 8 силовых модулей соединены последовательно для формирования одной фазы: **8\*720=5760 В**.

Трехфазное соединение по схеме «ЗВЕЗДА» образует линейное напряжение на выходе 6 кВ : **5760\*1,732 = 9976 В**.

### ФУНКЦИЯ «БАЙПАС» СИЛОВОГО МОДУЛЯ

Каждый силовой модуль оснащен встроенным байпасом. В случае выхода из строя силового модуля, работа байпаса автоматически активируется. Сообщение об ошибке отображается на экране панели оператора. При этом происходит блокировка неисправного силового модуля, а также шунтирование силовых модулей на других двух фазах для выравнивания выходного напряжения. Это позволяет продолжить работу с понижением выходной мощности не более чем на 3%. В случае наличия дополнительных резервных силовых модулей снижения мощности не происходит.

Все силовые модули обладают свойством взаимозаменяемости, т.к. имеют одинаковую структуру, а также массогабаритные и технические характеристики, что позволяет быстро и легко производить ремонт и замену модулей.

## Силовые модули снабжены следующими видами защит:

- от отказа линий связи
- от перенапряжения модуля
- от снижения напряжения модуля
- от сбоя удельной мощности модуля
- от перегрева модуля
- от обрыва фазы ячейки
- от сбоя байпаса модуля
- от неправильного рабочего диапазона

## ОПЦИИ:

- Выбор корпусного исполнения
- Дистанционный пульт управления
- Байпас
- Синхронный перевод ЭД на сеть и обратно
- Групповое управление электродвигателями
- Возможность выбора системы охлаждения
- Увеличение степени защиты с IP 31 до IP 55
- Расширение дискретных и аналоговых входов/выходов
- Освещение шкафа
- Датчик сигнала КИП

## ИСПОЛНЕНИЕ ПО СПОСОБУ ОБСЛУЖИВАНИЯ

**Исполнение с односторонним обслуживанием ПЧ.** Универсальное исполнение для управления электроприводами мощностью от 315 до 5000 кВт. Конструкция предполагает одностороннее обслуживание, что позволяет, компактно разместить оборудование, обеспечивая экономию занимаемой площади. Шкафы могут размещаться максимально приближенно к стенам помещения.

**Исполнение с двухсторонним обслуживанием.** Исполнение конструкции предназначено для управления электродвигателями мощностью от 315 до 10 000 кВт. Двухстороннее обслуживание предполагает обязательный доступ к оборудованию с двух сторон, сзади с минимальным расстоянием 1000 мм и спереди, с минимальным расстоянием 1200 мм.

## Блок-контейнерное (мобильное)

**исполнение.** Конструкция блок-контейнера выполнена со степенью защиты IP54 (под заказ IP55), что обеспечивает защиту преобразователя частоты от механических и климатических внешних воздействий. Контейнер снабжен системой отопления, вентиляции и освещения. Опционально контейнер дополняется системой пожарной и охранной сигнализации. Контейнерное исполнение позволяет устанавливать его на открытой, неохраняемой площадке, а в случае необходимости, перемещать его на другие объекты с минимальными затратами.

**Блочное-модульное исполнение.** Конструкция изготавливается из металлических кар-

касных модулей монтируемых в единое здание. В зависимости от требований заказчика комплектуются системой вентиляции, пожарной сигнализацией, автономными системами отопления, системой видеонаблюдения и другими системами.

**Взрывозащищённое шахтное исполнение.** Взрывобезопасный корпус преобразователя частоты позволяет управлять асинхронными и синхронными электродвигателями в подземных выработках шахт, рудников, где могут образовываться взрывоопасные смеси газов, паров или пыли.

## БАЙПАС

В случае необходимости вывода ПЧ из эксплуатации, при включении в конструкцию функции «байпас», возможен перевод схемы питания электродвигателя на прямую от сети, что обеспечивает бесперебойную работу.

## ПРЕИМУЩЕСТВА:

- полная заводская готовность
- быстрый и простой монтаж
- компактность
- удобство транспортировки
- высокая мобильность
- удобство обслуживания
- гибкий подход при выборе комплектации
- увеличение срока службы оборудования
- высокая степень заводской готовности
- транспортируемость
- модульность
- снижение затрат на строительные-монтажные работы
- короткие сроки возведения
- продолжительный срок эксплуатации
- защита от воздействия внешней среды

Байпас имеет следующие варианты исполнения:

1. Ручной байпас (рис. 5) - ПЧ переводится в режим байпаса вручную, за счет коммутации высоковольтных разъединителей РВ, РВЗ.
2. Автоматический байпас (рис. 6) - ПЧ переводится в режим байпаса вручную (местно или удаленно), за счет коммутации управляемых вакуумных контакторов.
3. Автоматический байпас с реактором (рис. 7) - ПЧ переводится в режим байпаса вручную или автоматически (местно или удаленно), за счет коммутации управляемых вакуумных контакторов в связке со сглаживающим реактором. При данном режиме поддерживается бесперебойная коммутация электродвигателя, без его отключения и остановки.



Рис. 4 ПЧ без байпаса



Рис. 5 Ручной байпас ПЧ

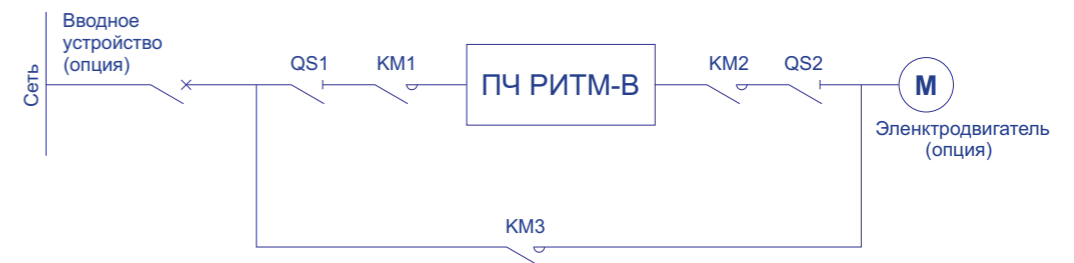


Рис. 6 Автоматический байпас

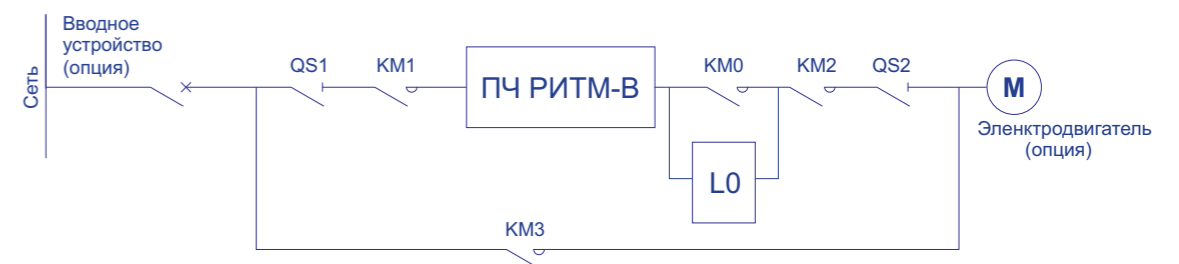


Рис. 7 Автоматический байпас с реактором



## СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ

Система охлаждения обеспечивает долговременное стабильное функционирование преобразователя частоты при различных нагрузках, температуре окружающей среды от +5 до +50С и влажности от 25% до 95%. В базовой комплектации применяется принудительное воздушное охлаждение. Система с принудительным водяным или принудительным тосольным охлаждением доступны по требованию заказчика.

Воздушная система охлаждения включает в себя вытяжные центробежные вентиляторы, размещенные на шкафах трансформатора и инвертора. В зависимости от способа обслуживания ПЧ (односторонний или двухсторонний) в его конструктив могут быть включены один или несколько вентиляторов по требованию Заказчика. Вентиляторы обеспечивают воздухообмен между внешней средой и секциями ПЧ. Вытяжные центробежные вентиляторы изменяют скорость вращения в зависимости от температуры внутри шкафов. Дополнительно в шкафы смонтировано устройство контроля внутренней температуры секции (терморегулятор) с функцией защиты от перегрева.

При 95С - предупреждение о возможности возникновения перегрева.

При 115С - активация защиты по перегреву.

При необходимости специалисты проектного отдела РУСЭЛТ-Инжиниринг выполняют расчеты системы вентиляции, с выдачей рекомендаций по обустройству и выбору комплектующих инженерных систем. Данная информация может быть включена в состав проектной документации на ПЧ, выдаваемой в рамках договорных обязательств.

В случае недостаточности объема помещения для должного воздухообмена ПЧ, в комплект поставки могут быть включены элементы инженерных систем для организации вентиляции помещения (решетки, жалюзи, системы фильтрации, каналы для отвода воздуха во внешнюю среду и др.). На рисунке 8 представлено инженерное решение по отводу горячего воздуха ПЧ мощностью 1600кВт во внешнюю среду.

Также, по желанию Заказчика в комплект поставки, в состав ЗИП могут быть включены запасные вентиляторы для бесперебойной работы ПЧ во время эксплуатации.

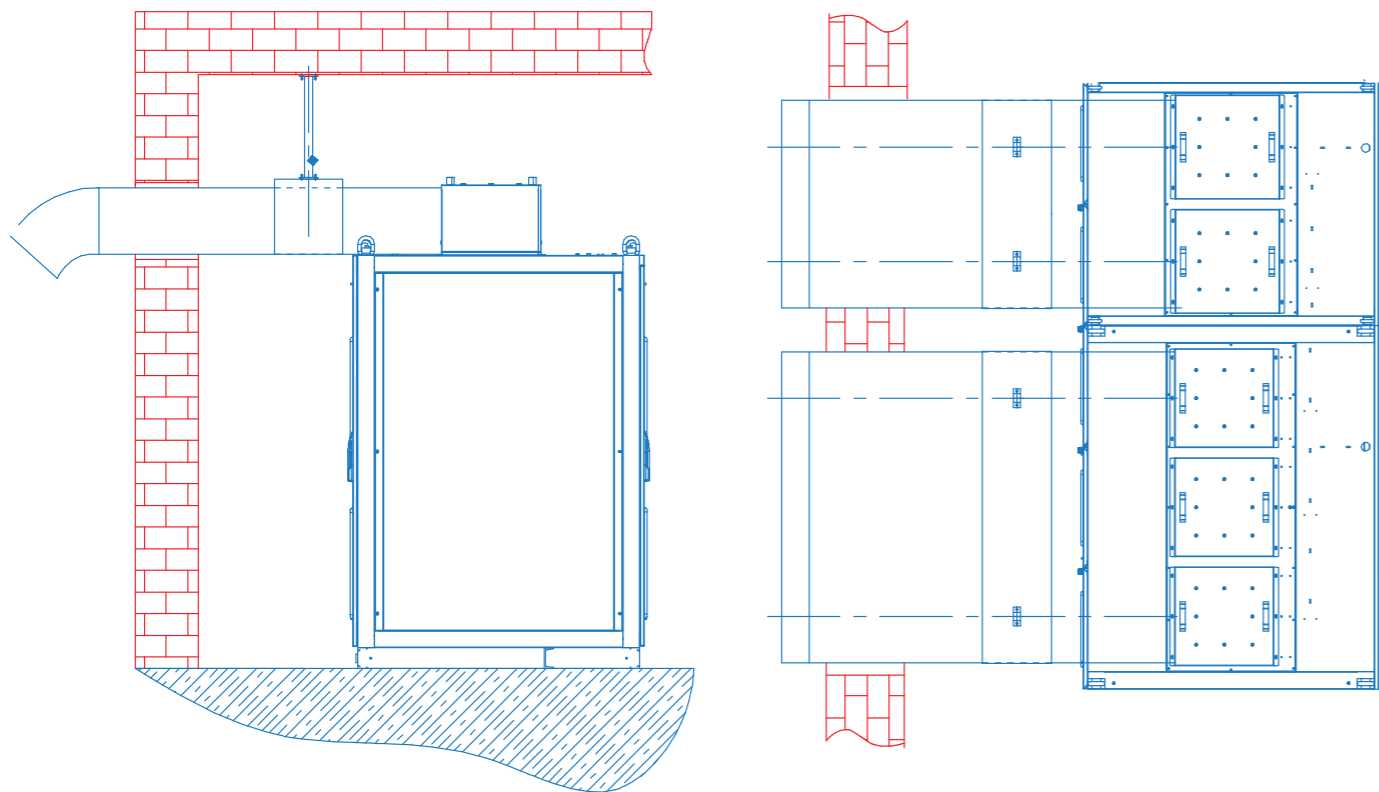


Рис. 8 Вид сбоку/сверху

## ШКАФ ВВОДА-ВЫВОДА

Шкаф ввода-вывода предназначен для подключения к входу ПЧ РИТМ-В питающего напряжения сети 3/6/10 кВ и подключения электродвигателя к выходу преобразователя частоты.

В шкафу ввода-вывода может быть расположен вводной контактор, вводной разъединитель и выходной разъединитель. Также в шкафу размещается индикатор высокого напряжения на входе, измеритель входного напряжения, датчик выходных токов, трансформатор тока нулевой последовательности.

Опционально шкаф ввода-вывода может выполнять функцию байпаса. Для этого дополнительно устанавливаются байпасный контактор, разъединитель и выходной контактор. Для безударного перевода двигателя с питания от преобразователя частоты на сеть, может быть установлен выходной дросель (реактор).

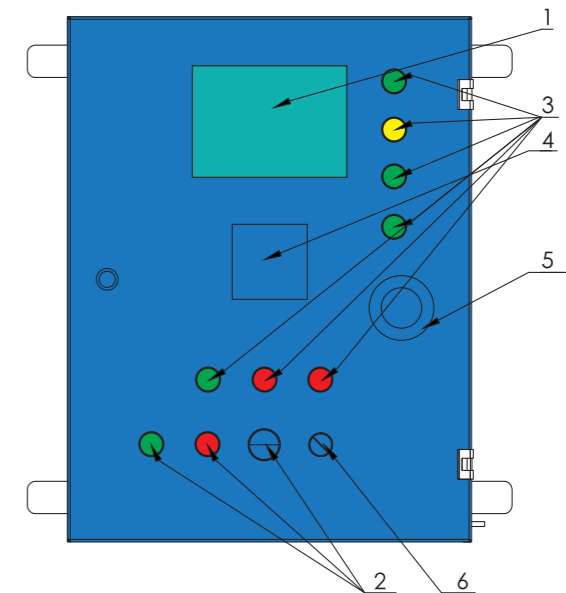
## ПУЛЬТ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Предназначен для удаленного мониторинга и управления преобразователем частоты. Для удобства эксплуатации, а также в случае отсутствия возможности интеграции ПЧ в систему АСУ предприятия в комплект поставки может быть включен пульт дистанционного управления (ПДУ) оператора на базе ЖК монитора диагональю 10-15 дюймов. ПДУ позволяет контролировать процесс управления электродвигателем с приводным механизмом, в т.ч. отслеживать параметры частоты, тока нагрузки, частоты оборотов (об/мин) и т.д. Также, позволяет удаленно отслеживать и настраивать параметры ПИД регулирования.

### Функциональные возможности ПДУ:

- мониторинг параметров работы преобразователя частоты;
- управление циклом работы преобразователя частоты (кнопки ПУСК/СТОП);
- установка и изменение параметров работы преобразователя частоты;
- аварийный останов технологического процесса;
- отслеживание параметров ПИД регулирования.

- 1 - дисплей 10-15'
- 2 - кнопки управления
- 3 - лампы
- 4 - ПИД-регулятор
- 5 - оповещатель МАЯК
- 6 - переключатель



### Конструктивные особенности ПДУ:

- корпус навесного или напольного исполнения;
- степень защиты IP31-IP65;
- возможность встроить пульт в имеющийся у Заказчика пост управления (ЦПУ)
- возможность дооборудования ПДУ любыми приборами по требованию Заказчика.

Наименование	Стандартное исполнение	По заказу
Полная мощность, кВт	от 250 до 20000	
Входное напряжение, В	Уном +10% -30% 3000/6000/10000	
Диапазон выходного напряжения, В	0~Уном ±1% 3000/6000/10000	
Номинальная частота напряжения на входе, Гц	50 ±10%	
Перегрузочная способность ПЧ	120% в течение 60 сек; 150% в течение 3 сек;	120% в течение 120 сек; 150% в течение 6 сек;
Номинальное напряжение питания собственных нужд, В	220 ± 15%	380 ± 15%
Коэффициент мощности ПЧ на входе, не менее	0,9	
Коэффициент полезного действия (КПД) ПЧ в номинальном режиме, не менее, %	96	
Коэффициент мощности (cosφ), не менее, %	97	
Диапазон изменения (регулирования) частоты основной гармоники, Гц	0~60	0~120
Точность регулирования выходной частоты, Гц	± 0,1	
Время реакции системы на внешние воздействия (время реагирования), мс	1	
Пульсации момента, %	0,5	
Пульсность выпрямителей	9x2 (18) - 3 кВ 15x2 (30) - 6 кВ 24x2 (48) - 10 кВ	18x2 (36) - 6 кВ 27x2 (54) - 10 кВ 30x2 (60) - 10 кВ
Интерфейс системы управления	Сенсорный ЖК дисплей 10', 15'; Светодиодная индикация	
Время разгона / торможения	6~1200сек	
Характеристика управления	Скалярное управление	Векторное управление
Метод изоляции высокого / низкого напряжения	Оптоволоконные кабели	
Интерфейс связи	RS-485	EtherNet
Логический вход	24	
Логический выход	16	
Аналоговый вход	вольтовый 0-10 В / токовый 4-20 мА	
Аналоговый выход	вольтовый 0 - 10 В / токовый 4-20 мА	
ИБП (UPS) цепей управления	1-2 кВА	
Степень защиты ПЧ от внешних воздействий	Шкаф инвертора - IP31, вентиляторы - IP21	до IP55
Обслуживание	Двухстороннее	Одностороннее
Класс изоляции трансформатора с расщепленными обмотками	Н	
Способ охлаждения шкафов	Принудительное воздушное	Принудительное водяное Принудительное с тосолом
Температура воздуха окружающей среды, °С	0~+40	-60 ~+80
Высота над уровнем, не более, м	1000	
Влажность, не более	95% без конденсата	
Режим работы ПЧ	S1 (продолжительный)	

**ПРЕИМУЩЕСТВА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ РИТМ –В**
**Практически идеальная синусоида выходного напряжения**

Форма выходного напряжения близкая к идеальной синусоиде при любой нагрузке и частоте вращения, что делает применение преобразователя частоты универсальным для управления всех типов двигателей.

**Низкий уровень гармоник**

Уровень высших гармоник соответствует всем действующим стандартам. Применение дополнительных фильтров не требуется.

Благодаря низкому коэффициенту гармоник уменьшается влияние перенапряжения на обмотку двигателя, исключается перегрев и снижаются дополнительные потери двигателя.

**Безотказная работа**

Благодаря встроенному источнику бесперебойного питания даже при кратковременном прекращении подачи питающей сети, преобразователь частоты продолжает работать, с последующим подхватом частоты после восстановления входного напряжения.

**Векторное управление**

Векторное управление обеспечивает:

- увеличенный диапазон управления и точность регулирования
- плавный старт и плавное вращение электродвигателя во всем диапазоне частот
- быструю реакцию на изменение нагрузки
- быстрый ввод в эксплуатацию.

**Система диагностики**

Система самотестирования позволяет точно диагностировать неисправность, осуществляет оповещение, запись и хранение информации о неисправностях.

**Модульность и гибкость конфигурации**

Модульная конструкция позволяет легко доукомплектовать конфигурацию ПЧ дополнительным оборудованием и опциями, позволяющими значительно расширить функциональные возможности и адаптировать систему в соответствии с требованиями заказчика.

**Повышенная работоспособность**

ПЧ РИТМ-В сохраняет работоспособность:

- при понижении напряжения питающей сети до 30% от номинала
- в случае выхода из строя силового модуля
- в случае неисправностей в инверторе, система может продолжить работать через байпасную функцию.

**Высокий коэффициент мощности**

Значение коэффициента мощности одинаково во всем диапазоне частоты и нагрузки и составляет не менее 97%. Установка систем компенсации реактивной мощности не требуется.

**Высокая перегрузочная способность**

Преобразователи обеспечивают повышенную перегрузочную способность до 150% (6 секунд), обеспечивая своевременную защиту от перегрузки, короткого замыкания, перенапряжения, перегрузки по току и т.д.

**Высокий коэффициент полезного действия КПД**

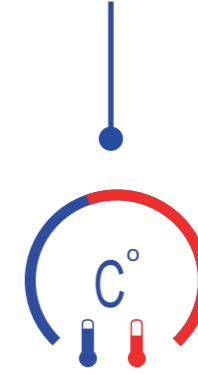
Преобразователь частоты показывает высокий уровень КПД не менее 96%, обеспечивая максимальную производительность.

**ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ**
**30-60%**


Экономия электрической энергии, благодаря оптимизации работы насосных агрегатов и других механизмов

**5%**


Снижение расходов воды и уменьшение скрытых утечек за счет обеспечения постоянства давления в сети и снятие избыточного напора

**10%**


Экономия тепловой энергии вследствие оптимизации температурного режима расхода теплоносителя

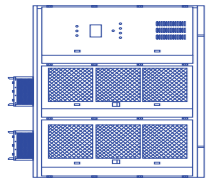
**1,5-2 раза**


Увеличение срока службы оборудования

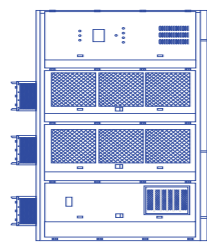
**6 месяцев**


Срок окупаемости преобразователя частоты РИТМ-В (при мощности 1250 кВт)

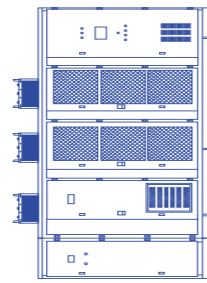
Параметры	Без байпаса				С ручным/автоматическим байпасом на 1 ЭД				
	двухстороннего обслуживания				двухстороннего обслуживания				
	6000 В								
Мощность, кВт	Ток ном., А	Длина, мм	Высота, мм	Глубина, мм	Вес, кг	Длина, мм	Высота, мм	Глубина, мм	Вес, кг
250	30	1900	2400	1500	1980	2900	2400	1500	руч. 2480
315	38				2160				автo 2780
400	48	2200	2620	1200 (по заказу)	2210	3200	2620	1200 (по заказу)	2660
500	60				2410				2910
630	77	3300	2920	1700	3120	4300	2920	1700	3620
800	96				3400				3900
1000	120	3600	2920	1700	3560	4600	2920	1700	4060
1250	149				4900				4360
1600	192	5900	2920	1700	6800	6900	2920	1700	5400
2000	240				7400				8200
2500	303	5900	2920	1700	8450	6900	2920	1700	7300
3150	384				9420				9250
4000	481				11200				10220
									12000
					10 000 В				
315	23	2000	2400	1500	2250	3000	2400	1500	2750
400	29				2400				3200
630	45	2800	2620	1200 (по заказу)	2720	3800	2620	1200 (по заказу)	3520
800	58				2860				3660
1000	72	5500	2920	1700	3100	6500	2920	1700	3900
1250	90				4430				5230
1600	115	8420	2920	1700	4700	8720	2920	1700	5500
2000	144				4950				5750
2500	179	10000	2920	1700	7920	10300	2920	1700	8720
3150	230				9500				10300
4000	288				12300				13100



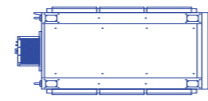
Без байпаса



С ручным байпасом на 1 ЭД



С автоматическим байпасом на 1 ЭД



Вид сбоку двухстороннее обслуживание

Параметры	КОМПАКТ С ручным/автоматическим байпасом на 1 ЭД одностороннего обслуживания				Без байпаса одностороннего обслуживания						
	6000 В				10 000 В						
Мощность, кВт	Ток ном., А	Длина, мм	Высота, мм	Глубина, мм	Вес, кг	Мощность, кВт	Ток ном., А	Длина, мм	Высота, мм	Глубина, мм	Вес, кг
250	30	4700	2690	1200	Ручной 3040	250	30	3800	2690	1200	2200
315	38				Авто 3540						
400	48	5400	2920	1200	3501	315	38	4300	2920	1200	2420
500	60				4001						
630	77	6250	2920	1200	3651	400	48	5600	2920	1200	3220
800	96				4151						
1000	120	6750	2920	1200	3945	630	77	7200	2920	1200	3795
1250	149				4445						
1600	192	7460	2920	1200	4265	800	96	8400	2920	1200	5120
2000	240				4765						
2500	303	8800	2920	1200	4935	1000	120	9600	2920	1200	8680
3150	384				5804						
4000	481				6430	4000	481	10000	2920	1200	11620
					6930						
					7184	4000	481	10000	2920	1200	11620
					7684						
					9150	4000	481	10000	2920	1200	11620
					9404						
					10160	4000	481	10000	2920	1200	11620
					10660						
					12514	4000	481	10000	2920	1200	11620
					13014						
						10 000 В					
315	23	5100	2920	1200	3440	315	23	4800	2920	1200	2460
400	28				3730						
630	46	6600	2920	1200	4284	400	29	6300	2920	1200	2920
800	57				4784						
1000	72	7100	2920	1200	4501	630	45	8400	2920	1200	4680
1250	86				5001						
1600	115	7600	2920	1200	4848	800	72	9600	2920	1200	4890
2000	144				5348						
2500	179	8000	2920	1200	5045	1000	90	10000	2920	1200	5190
3150	230				5545						
4000	288				7176	4000	288	10000	2920	1200	5190
					7676						
					7836	4000	288	10000	2920	1200	5190
					8336						
					9154	4000	288	10000	2920	1200	5190
					9654						
					10644	4000	288	10000	2920	1200	5190
					11144						
					12658	4000	288	10000	2920	1200	5190
					13158						
						10 000 В					
						4000	288	10000	2920	1200	5190
						4000	288	10000	2920	1200	5190
						4000	288	10000	2920	1200	5190
						4000	288	10000	2920	1200	5190

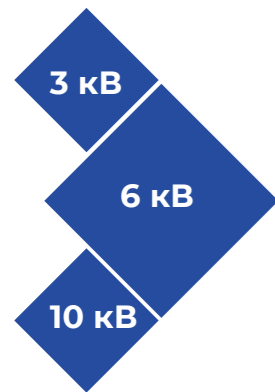
# УСТРОЙСТВО ПЛАВНОГО ПУСКА СПРИНТ-В

Надежное и высокоэффективное оборудование, обеспечивающее безударный, рядовой, каскадный пуск и останов трехфазных асинхронных и синхронных электродвигателей в режиме асинхронного пуска.

Оборудование разработано для работы с электродвигателями рассчитанными на межфазное (линейное) напряжение обмоток статора 3/6/10 кВ частотой 50Гц и номинальной мощностью от 200 до 20 000 кВт. В УПП СПРИНТ-В реализована возможность одновременного подключения до 8 электродвигателей.

Производится АО «Электромаш» по техническим условиям ТУ 3411-044-55978767-15.

В 2015 году УПП СПРИНТ-В удостоено звания лауреата всероссийского конкурса «100 лучших товаров России».



## КАК ПОЛУЧАЕМ ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

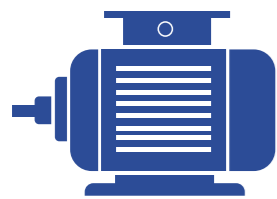
Шесть тиристорных модулей, по два на каждую фазу .  
Всего 12 высоковольтных тиристоров.

Девять тиристорных модулей, по три на каждую фазу .  
Всего 18 высоковольтных тиристоров.

Пятнадцать тиристорных модулей, по пять на каждую фазу .  
Всего 30 высоковольтных тиристоров.

## ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ

### ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ



- Снижение пусковых токов
- Устранение просадки напряжения в питающей сети
- Исключение гидравлических и пневматических ударов
- Увеличение надежности электропривода
- Автоматическое поддержание заданных технологических параметров
- Увеличение срока службы электродвигателя

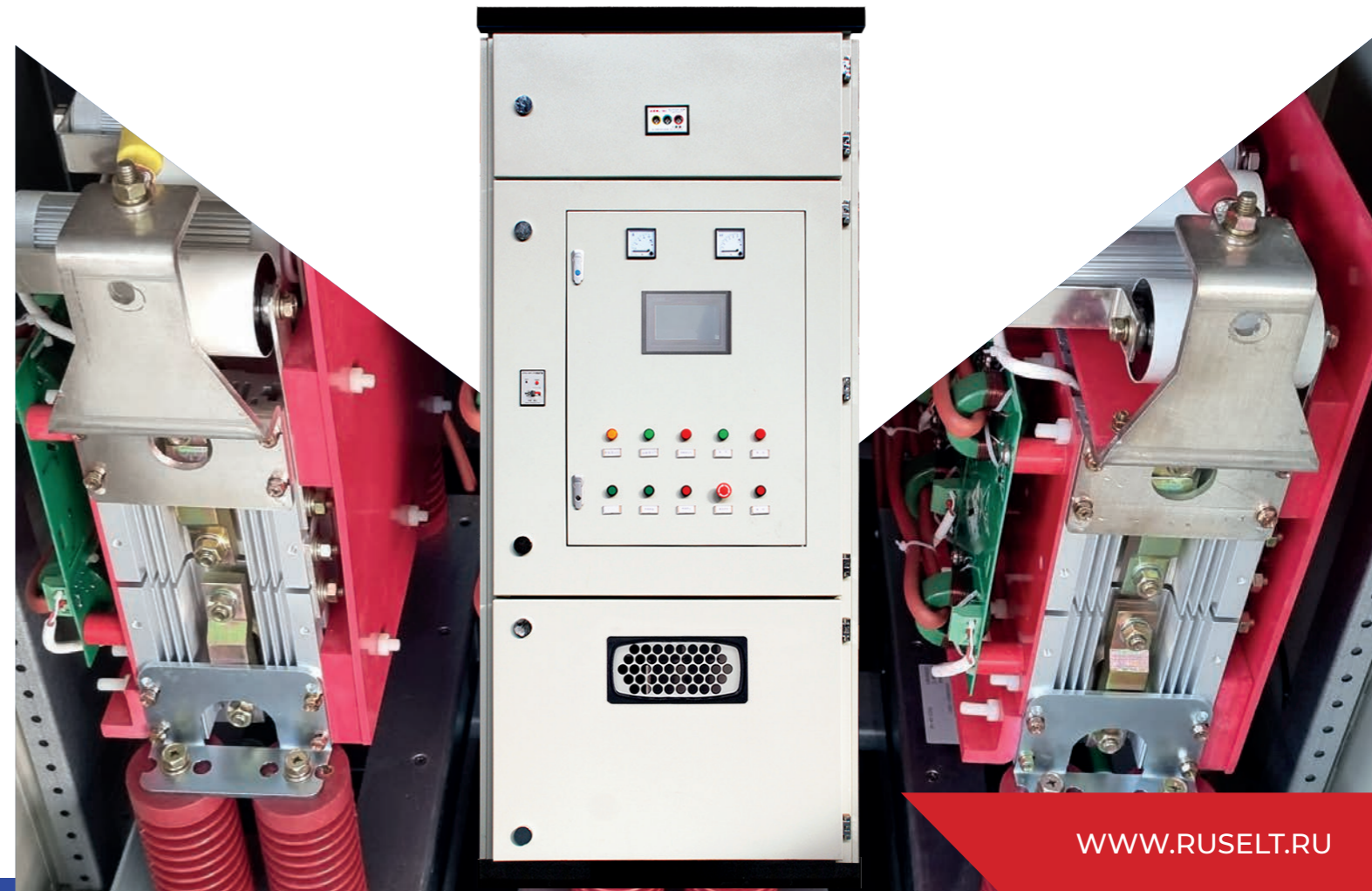
### ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ



- Снижение эксплуатационных и ремонтных затрат
- Экономия энергетических ресурсов
- Оптимизация технологических процессов
- Интеграция к существующим системам автоматики

## СПРИНТ-В - Система пуска разгона интеллектуальная высоковольтная

СПРИНТ-В		ММММ	ВВ	ААА	БХ	СХ	ДХ	ЕХ	IPXX
Тип устройства	Тиристорное	Т							
Мощность, кВт									
Напряжение, В			3						
			6						
			10						
Номинальный ток, А									
Байпас	Отсутствует				Б0				
	Ручной				Б1				
	Автоматический				Б2				
Уровень автоматизации	Управление одним ЭД				С1				
	Каскадное управление				С2				
	По ТЗ Заказчика				С3				
Обслуживание	Одностороннего обслуживания						Д1		
	Двухстороннего обслуживания						Д2		
Напряжение цепей управления	Переменное 220В							Е1	
	Переменное 380В							Е2	
Степень защиты от внешних воздействий IP31, IP41, IP54, IP55									



### СЕКЦИЯ ТИРИСТОРНОГО РЕГУЛЯТОРА

Основным элементом, обеспечивающим плавный пуск электродвигателей, является тиристорный регулятор напряжения с микропроцессорным блоком управления.

Вся высоковольтная аппаратура, включая силовой блок тиристорного регулятора напряжения, размещена в высоковольтном отсеке.

Конструктивно представляет собой соединенные друг с другом оптоволоконными проводниками силовой блок и блок управления. Силовой блок тиристоров смонтирован внутри высоковольтного отсека шкафа. Кроме тиристорного регулятора напряжения в шкафу УПП смонтированы ножевые разъединители (один линейный и два заземляющих), два высоковольтных вакуумных контактора (в зависимости от комплектации), источник бесперебойного питания, низковольтные устройства управления, сигнализации и различных блокировок.

### СЕКЦИЯ НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Внутри низковольтного отсека смонтированы основные элементы системы управления устройством и установлен источник бесперебойного питания (ИБП). Доступ к высоковольтным вакуумным контакторам и ограничителям перенапряжения ОПН из низковольтного отсека открывается после извлечения источника бесперебойного питания и снятия крышки люка. Спереди низковольтный отсек закрывается дверцей, на которой смонтированы органы индикации и управления устройством плавного пуска. Панель индикации представляет собой группу индикаторных ламп. Выбор режима и управление устройством в режиме местного управления осуществляется с помощью поворотных переключателей и кнопок, расположенных рядом с индикаторными лампами.

Блок управления тиристорного регулятора напряжения смонтирован на дверце низковольтного или высоковольтного отсека таким образом, что его панель доступна для управления с наружной стороны шкафа.

Система передачи данных используется для передачи сигналов элементам защиты контроллером, который обрабатывает данные с трансформаторов тока и напряжения.

Система управления используется для отображения трехфазного напряжения, тока, информации об ошибках, состоянии работы УПП и т.п. Состоит из 32-х битного ARM контроллера, основного контроллера и ЖК/сенсорного дисплея. Подробнее о системе управления рассказано в соответствующем разделе.

### ШКАФ КОММУТАЦИИ

Пуск двух двигателей в исполнении со шкафом управления и шкафом коммутации позволяет осуществить:

- пуск двух двигателей напрямую от сети или же произвести пуск первого с переводом его на отдельную ячейку и последующим пуском второго двигателя (возможны также комбинации этих режимов);
- плавный пуск одного двигателя от УПП или напрямую от сети.

В первом случае после успешного разгона первого двигателя от УПП, при помощи шкафа коммутации №1 он переводится на работу напрямую от вводной ячейки электродвигателя №1, после чего возможен пуск второго электродвигателя. Данная схема позволяет также осуществить прямой пуск двух двигателей напрямую от сети, например, в случае планового обслуживания УПП.

Во втором случае пуск электродвигателя осуществляется от УПП, после чего его можно либо перевести на работу напрямую от сети, либо оставить работать от байпасного контактора УПП (второй вариант позволяет контролировать параметры электродвигателя за счет установленных измерительных устройств УПП). Как и в случае с двумя электродвигателями возможен пуск двигателя напрямую от сети через вводную ячейку электродвигателя.

Есть также возможность пуска двигателя без шкафа коммутации электродвигателя. В данной схеме пуск и последующая работа электродвигателя осуществляется только от УПП.

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

Система управления представлена микропроцессорными блоками, в состав которых входят контроллер и система коммутации. Контроллер обеспечивает проверку работоспособности всей системы, анализ и коррекцию ошибок данных, формируют сигналы управления и защит.

Между системой управления и коммутацией по оптоволоконному проводнику осуществляется передача данных, что позволяет исключить паразитное влияние электромагнитных помех и повысить надежность системы.

Для вывода информации о состоянии работы УПП, на лицевой панели шкафа управления располагаются: панель управления и система индикации. Панель управления представляет собой ЖК дисплей (ЧМИ).

В шкафу управления размещен источник бесперебойного питания, обеспечивающий бесперебойность работы системы управления в случае кратковременного прекращения подачи электрической энергии от питающей сети

## АЛГОРИТМЫ РАБОТЫ

Работа тиристоров основана на плавном повышении напряжения питания запускаемого электродвигателя от 0 до номинального значения по мере разгона. Плавное повышение напряжения осуществляется при помощи силовых тиристоров, включенных встречно параллельно в цепь каждой высоковольтной фазы. Силовые тиристоры и все высоковольтные цепи входят в состав силового блока. Команды открытия/закрытия тиристоров по алгоритму, направленному на поддержание заданного пускового тока, формируются схемой блока управления. Команды управления тиристорами передаются в силовой блок по оптоволоконным каналам связи, обеспечивая надежную электрическую развязку силовых цепей и цепей управления.

Во время плавного пуска питание электродвигателя осуществляется через тиристорный силовой блок. По окончании разгона (тиристоры полностью открыты, ток двигателя приблизился к номинальному) запускаемый электродвигатель переключается на байпасное питание шунтированием силовых цепей тиристорного блока байпасным контактором.

После срабатывания байпасного контактора тиристоры силового блока запираются. В таком состоянии устройство может оставаться до останова электродвигателя. Плавный пуск электродвигателя и его останов производятся по командам оператора, поступающим с местного пульта управления на двери шкафа УПП. Переключение запускаемого электродвигателя на байпасное включение после завершения плавного пуска происходит автоматически, команда переключения формируется внутренней схемой блока управления.

## РЕЖИМЫ УПРАВЛЕНИЯ

В зависимости от нагрузки и индивидуальных особенностей работы конкретного электродвигателя в УПП возможно выбрать один из представленных режимов его пуска:

- пуск по линейной кривой напряжения (с ограничением тока);
- пуск по нелинейной кривой напряжения (с ограничением тока);
- плавный пуск с ограничением тока;
- пуск по линейной кривой тока;
- пуск по нелинейной кривой тока.

Также в УПП возможно выбрать режим останова:

- останов выбегом;
- плавный останов;
- торможение;
- плавный останов с торможением.

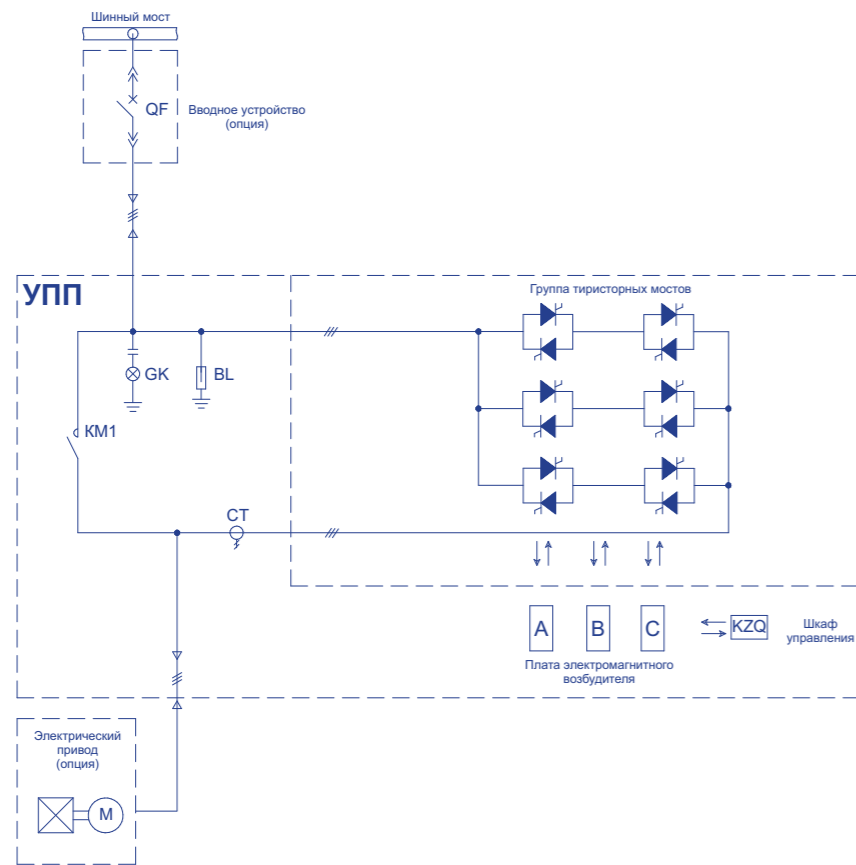


Рис. 9 Структурная схема УПП СПРИНТ-ВТ

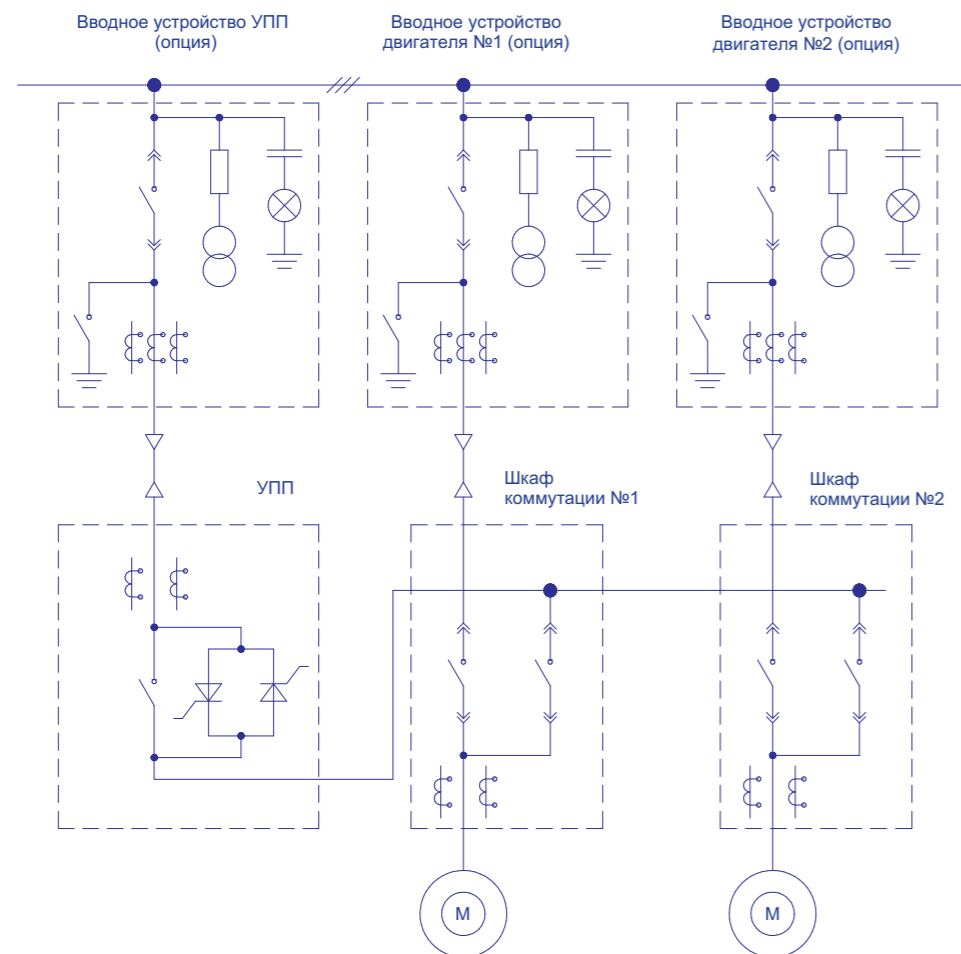


Рис. 10 Принципиальная схема включения двух двигателей со шкафами коммутации

## ГРУППОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ

В устройстве плавного пуска СПРИНТ-В опционно может быть реализована функция группового подключения (Рис. 8.) От 2 до 8 электродвигателей. Использование одного устройства для запуска нескольких электродвигателей позволяет сократить капиталовложения и потребление энергии. Данная функция является незаменимой для многодвигательных насосных и компрессорных станций.

## КОНСТРУКЦИЯ ТИРИСТОРНОГО УСТРОЙСТВА ПЛАВНОГО ПУСКА СПРИНТ-В

Конструктивно устройство плавного пуска тиристорного типа СПРИНТ-В-Т изготавливается в шкафом исполнении с двухсторонним обслуживанием, по требованию заказчика может быть выполнено в исполнении с односторонним обслуживанием. Система охлаждения силовой части - естественная воздушная. При необходимости шкаф может быть оснащен принудительной вентиляцией, системой подогрева, датчиком температуры и сигнализацией. Стандартная степень защиты шкафа IP 31, по требованию заказчика до IP 65.

Оборудование поставляется в готовом комплекте и полностью готово к подключению.

### УПП ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ СЛЕДУЮЩИЕ КОМПОНЕНТЫ:

- Система управления: контроллер, сенсорный ЖК дисплей 10' или 15', коммутационные модули
- Система плавного пуска: высоковольтные тиристорные модули, линейный контактор, контактор байпас
- Компоненты контроля и измерения данных
- Высоковольтное распределительное устройство, поставляется как дополнительное оборудование, включающее в себя: высоковольтный выключатель, высоковольтные предохранители, трансформаторы.

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

Основной контроллер, модуль сбора данных, модуль контроля, оптоволоконные соединения и встроенный программируемый логический контроллер образуют систему управления всего устройства. Основной контроллер имеет двойной DSP процессор и программируемое устройство. При использовании двойного процессора обеспечивается точный процесс командования и управления.

Система не только в реальном времени может отслеживать работу электродвигателя, устройства плавного пуска и внешнего питания, но так же выполняет различные функции защиты и управления.

ЧМИ УПП – это большой жидкокристаллический дисплей с индивидуальной программой управления, на котором выводятся в реальном времени показания измеряемых координат, технологические установки, параметры настроек, коды ошибок, график пуска ЭД и пусковой ток.

## СИЛОВАЯ ЧАСТЬ

Силовая часть устройства плавного пуска представлена тиристорным регулятором напряжения с фазовым управлением. Регулятор выполнен на базе высоковольтных тиристорных модулей, состоящих из двух встречно-параллельных тиристорных модулей. Модули соединяются в последовательные фазные модульные группы для достижения требуемого рабочего напряжения.

Силовая часть устройства имеет блочно-модульный принцип построения.

Управление тиристорами осуществляется по оптоволоконным помехозащищенным каналам.



## КАК ЭТО РАБОТАЕТ:

Система управления в первый момент пуска (или получая команду «Пуск») автоматически изменяет угол отпирания тиристоров, регулируя подводимое к статорной обмотке двигателя напряжение. В процессе выхода двигателя на рабочий режим, напряжение на клеммах электродвигателя плавно увеличивается от нуля до значения, необходимого для выхода электродвигателя на номинальную частоту вращения. При этом величина пускового тока плавно нарастает с заданным токоограничением, предотвращая возникновение токового скачка и удара.

При выходе электродвигателя на номинальную скорость вращения, пусковой ток уменьшается до значения, определяемой фактической нагрузкой двигателя. Электродвигатель через контактор байпас переходит на сеть. После пуска электродвигателя, УПП продолжает мониторинг за работой электродвигателя и выполняет защитные функции. При необходимости остановки электродвигателя, так же с помощью контроля напряжения на клеммной колодке электродвигателя, возможна плавная остановка электродвигателя.

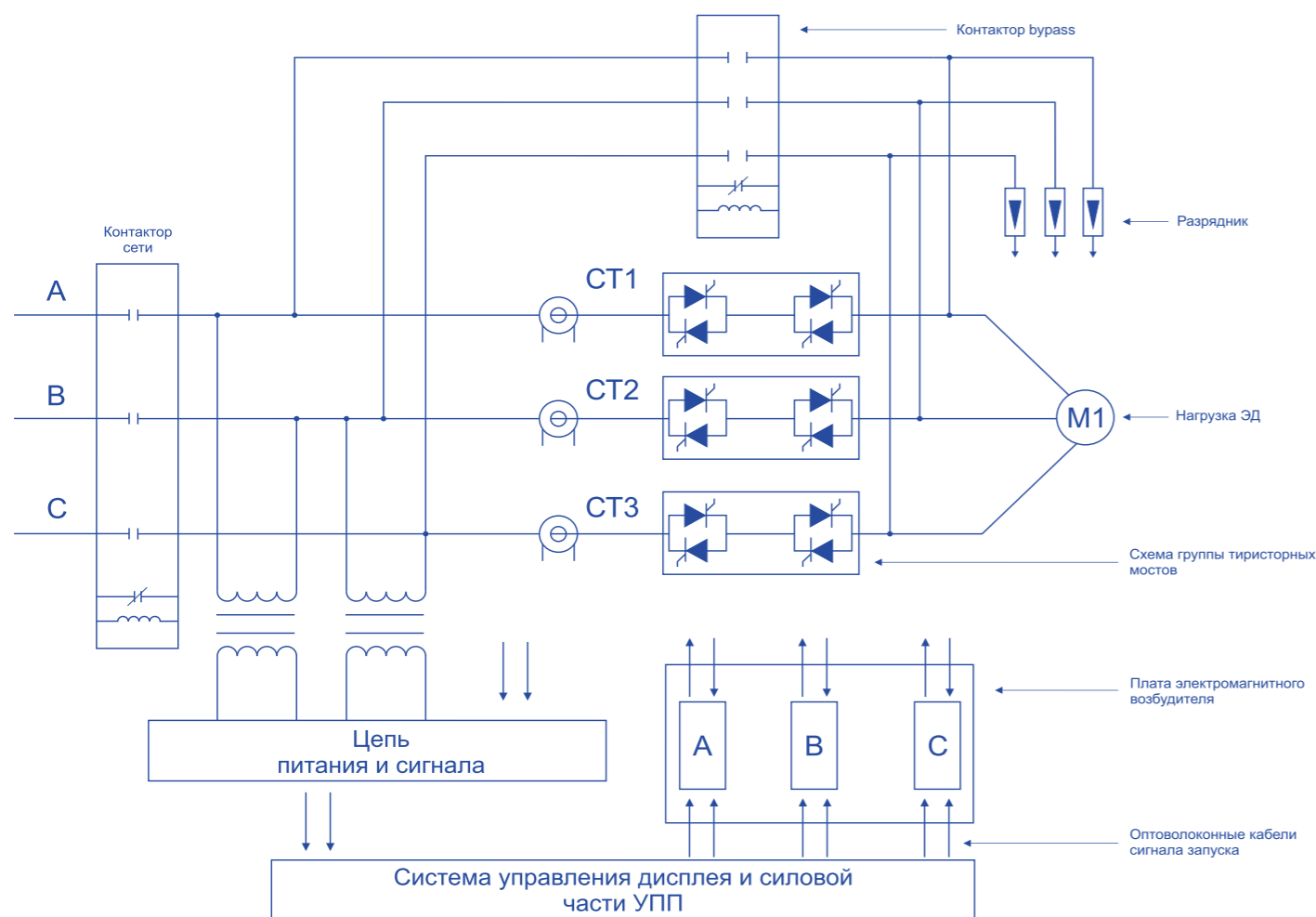


Рис. 11 Схема УПП серии СПРИНТ-В-Т на 3 кВ

Наименование	СПРИНТ-В
Сборка	Высоковольтная тиристорная сборка с тиристорными ключами
Тип нагрузки	асинхронные и синхронные электродвигатели
Номинальная мощность двигателей, кВт	200 – 20000
Входное напряжение, В	Uном ±15% 3000/6000/10000
Номинальная частота, Гц	50±2
Количество фаз питающего напряжения на входе	3
Номинальный ток, А	25-600
Тип пуска	Пуск с нарастанием напряжения, токоограничивающий пуск, пуск с импульсным нарастанием напряжения
Кратность пускового тока	2,5-3,5 Iном (стандарт) 1,5-2,5 Iном (по заказу)
Количество пусков в час	4 (стандарт)/8 (по заказу)
Время пуска, сек	0-60 (стандарт)/0-180 (по заказу)
Время останова, сек	0-240
График разгона	5 / Пользовательских до 7
График останова	4
Каскадный пуск двигателей	до 8
Интерфейс связи	RS-485 / Ethernet
Протокол связи	Modbus RTU/TCP
Дискретный вход	2 цифровых входа
Дискретный выход	4 релейных выходов
Аналоговый выход	2 аналоговых входа
Вибрация не более, м/с <sup>2</sup>	3,5
Начальное напряжение	0 - 100% от основного напряжения
Способ охлаждения	Естественное (стандарт) Принудительное (по заказу)
Перегрузочная способность (защита от перегрузки)	420% номинального тока в течение 60 сек; 550% номинального тока в течении 3 сек;
Степень защиты	IP 31(стандарт) IP55 (по заказу)
Климатическое исполнение	УХЛ4 (стандарт) У1/ У3 (по заказу)
Температура окружающей среды, °С	0~+45 (стандарт) -20~+55 (по заказу)
Влажность, %	95 без конденсата

Параметры	6000В				10 000В
	Мощность, кВт	Ток ном., А	Длина, мм	Вес, кг	
 УПП СПРИНТ-В-Т	315	35	1000	850	
	400	45		890	
	500	57		940	
	630	71		980	
	800	91		1020	
	1000	113		1120	
	1250	141		1360	
	1600	181		1640	
	2000	226		1790	
	2500	283		2110	
 Вид сбоку одностороннее обслуживание	4000	452	1200	2920	
	3156	21		2120	
	400	27		2280	
	630	41		2410	
	800	54		2530	
	1000	68		2640	
	1250	84		2760	
	1600	108		2930	
	2000	136		3360	
	2500	170		3820	
3150	214	4160			
4000	271	4520			

**ТИПЫ ЗАЩИТЫ:**
**Перегрузка по току**

Устройство обладает повышенной способностью к перегрузкам по току. Время отключения при перегрузке в 420% номинального тока - 60 секунд при перегрузке в 550% - 3 секунды

**Перенапряжение**

Устройство плавного пуска отключается, если напряжение сети остается выше заданного уровня в течение установленного времени задержки

**Превышение времени пуска**

Защита срабатывает, если электродвигатель не достигает номинальной скорости вращения за заданный период времени. Стандартно диапазон времени пуска 0-60 сек. Опционно расширенный диапазон 0-180 сек

**Дисбаланс токов**

Защита отключает устройство при дисбалансе токов выше установленного значения в течение заданного периода времени

**Превышение допустимого количества пусков**

Настройки позволяют устанавливать до 4 (стандартно) и до 8 (по заказу) пусков в час. Если количество пусков превышает количество, заданное в настройках, то УПП не запустится

**Ток утечки на заземление**

При превышении тока утечки на заземление выше предварительно задаваемого уровня на время более задаваемой задержки, срабатывает защита, размыкающая УПП

**Защита от пониженного напряжения**

Защита срабатывает, когда напряжение сети в течение заданного времени остается ниже установленного диапазона

**Защита от низкого тока**

Защита срабатывает, если значение тока падает и остается ниже установленного значения в течение заданного периода времени

**Защита от обрыва фаз**

Если в главной цепи произойдет обрыв одной или двух фаз, по достижению заданного диапазона времени срабатывает защита. Есть возможность настройки функции «Автоперезапуска»

**Контроль последовательности фаз**

Электроника отключит УПП при попытке его включения с неправильной последовательностью фаз.

**Защита от ошибки байпаса после пуска**

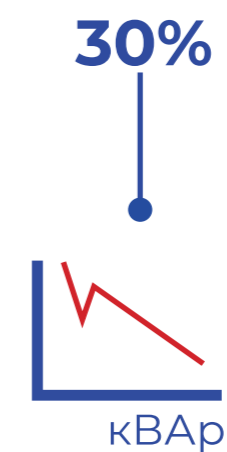
После того, как электродвигатель достигает номинальной скорости вращения, срабатывает сигнал байпас, если в этот момент контактор байпас не сможет сработать, то срабатывает защита

**Неправильное подключение электродвигателя**

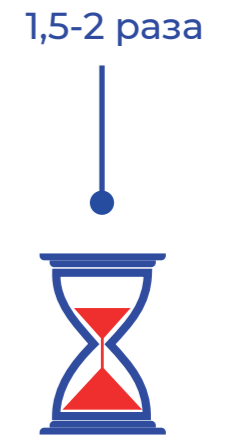
При некорректном подключении электродвигателя к выходным клеммам либо при обнаружении обрыва в цепи обмоток внутри электродвигателя, электроника отключает УПП

**ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ**


Снижение активной потребляемой мощности



Снижение реактивной мощности



Увеличение срока службы оборудования



## ТИРИСТОРНЫЙ ВОЗБУДИТЕЛЬ ВТЕ-320

Тиристорный возбудитель ВТЕ- 320 предназначен для питания обмотки возбуждения, управления и автоматического регулирования тока возбуждения синхронных электродвигателей при прямом (реакторном) пуске от сети или в составе частотно-регулируемых электроприводов.

Оборудование разработано для работы и защиты крупных синхронных электродвигателей типа СТД, СДГ и СДГМ и других двигателей с щеточным механизмом, мощностью до 12500кВт в синхронном, переходных и аварийных режимах.

Производится ЗАО «Электромаш» по техническим условиям ТУ 3416-048-55978767-16

### ТИРИСТОРНЫЙ ВОЗБУДИТЕЛЬ ВТЕ-320 ОБЕСПЕЧИВАЕТ:

- Подачу возбуждения при остановленном электродвигателе в режиме опробования
- Прямой пуск с подачей возбуждения, как в функции тока статора, так и в функции скольжения
- Реакторный пуск с подачей возбуждения после включения шунтирующего выключателя
- Пуск с высоковольтным устройством плавного пуска (асинхронный пуск)
- Пуск с высоковольтным преобразователем частоты (синхронный пуск).

### ВТЕ-320 - Возбудитель тиристорный естественного воздушного охлаждения

ВТЕ	320	WW	11	Ц	Э	Р	XXXX
Номинальный ток возбуждения, А	320						
Номинальное напряжение возбуждения, В	48						
	75						
	115						
	150						
	230						
Модель			11				
Тип управления	Аналоговый			А			
	Цифровой			Ц			
Группы тиристоров	Одна						
	Две				Э		
	Резервируемый						Р
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150	Для эксплуатации в районах с умеренным климатом в закрытых помещениях с естественной вентиляцией						У3
	Для эксплуатации в районах с умеренным климатом в закрытых помещениях с отоплением и с искусственной вентиляцией						У4
	Для эксплуатации в районах с умеренным и холодным климатом в помещениях с искусственно регулируемые климатическими условиями						УХЛ4

## СОСТАВ ТИРИСТОРНОГО ВОЗБУДИТЕЛЯ

### КОНСТРУКЦИЯ ТИРИСТОРНОГО ВОЗБУДИТЕЛЯ

Тиристорный возбудитель ВТЕ 320 состоит из двух конструктивных единиц: шкафа возбудителя и силового согласующего трансформатора, защищенного исполнения.

Шкаф возбудителя представляет собой металлический шкаф двухстороннего обслуживания, в составе которого входят: основной и форсировочный (для 11ЦЭ) тиристорные преобразователи, пусковое сопротивление с тиристорным ключом, микропроцессорный блок БУВ-5 и элементы управления и контроля. Установленные приборы измерения контролируют основные параметры системы управления, тока и напряжения возбуждения, тока статора двигателя и значение коэффициента реактивной мощности «cos F».

Тиристорный возбудитель ВТЕ обладает естественной воздушной системой охлаждения, для чего в дверях, боковых панелях и крыше шкафа предусмотрены вентиляционные отверстия, что обеспечивает дополнительную гарантию безопасности.

### СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ

Структурным элементом управления возбудителя является БУВ-5 – это специализированное микропроцессорное устройство предназначенное для управления тиристорными возбудителями синхронных электродвигателей с щеточной системой возбуждения. БУВ-5 управляет процессом подачи и стабилизации тока возбуждения, обеспечивает защиту обмотки возбуждения, тиристорного преобразователя и синхронного электродвигателя. Работа блока определяется алгоритмом программы и основывается на обработке данных поступающих от аналоговых и дискретных входов.

Возбудитель может управляться в двух режимах: местном и дистанционном. Местное управление осуществляется с передней панели возбудителя. Дистанционное управление осуществляется с персонального компьютера по протоколу RS-485/Modbus.

Система защиты, сигнализации и диагностики обеспечивает возможность определения режима работы возбудителя через светодиодную индикацию параметров. Одновременно доступны для индикации 17 параметров (для типа 11Ц и 11ЦЭ) 24 параметра (для типа 11ЦЭР). Все параметры возбудителя доступны для просмотра на ПК.



Тиристорный возбудитель ВТЕ-320



Согласующий трансформатор

## КАК ЭТО РАБОТАЕТ:



Через согласующий трансформатор тиристорного возбуждителя синхронного электродвигателя подается трехфазное переменное напряжение. Выпрямление трехфазного переменного тока промышленной частоты в постоянный ток, обеспечивается при помощи тиристорных, включенных на вторичной стороне преобразовательного трансформатора.

На обмотку статора подключается источник трехфазного переменного тока. В обмотку возбуждения ротора подается от регулятора возбуждения постоянный ток.

Благодаря взаимодействию вращающегося магнитного поля, созданного трехфазной обмоткой статора, и поля, созданного обмоткой возбуждения, возникает электромагнитный момент, приводящий ротор во вращение.

## ПИТАНИЕ ВОЗБУДИТЕЛЯ

Силовой согласующий трансформатор серии ТСЗВ выполняет преобразование электроэнергии в обычном и форсировочном режиме для питания обмотки возбуждения синхронного электродвигателя. Трансформаторы поставляются в защитных кожухах со степенью защиты в стандартном исполнении IP20. Схема и группа соединения У/У-0. Класс нагревостойкости изоляции для умеренного климата «F».

Для возбуждателей типа ПЦЭ и ПЦЭР применяются трансформаторы ТСЗВ-ВЭ с отпайками на вторичных обмотках, обеспечивающих по отдельности работу форсировочной и основной группы тиристорных.

Возможно использование трансформаторов других типов с аналогичными параметрами. Питание управляющих оперативных цепей возбуждителя типа ПЦЭР осуществляется от двух источников питания ~220 и =220В. В случае пропадания внешнего питания, работа системы управления возбуждителя продолжается от бесперебойного источника питания.

Наименование параметров трансформаторов	Нормы для типов				
	ВТЕ-320/48-ПЦ	ВТЕ-320/75-ПЦ	ВТЕ-320/115-ПЦ	ВТЕ-320/150-ПЦ	ВТЕ-320/230-ПЦ
Тип трансформатора	ТСЗВ-40/0,7-В	ТСЗВ-63/0,7-В	ТСЗВ-100/0,7-В	ТСЗВ-100/0,7-В	ТСЗВ-160/0,7-В
Номинальная мощность, кВА	51,2	73,9	112,3		158,9
Линейное напряжение вторичной обмотки	160	230	350	230	350
Номинальный первичный ток, А	78,0	112,2	159,0		241,7
Номинальный выпрямленный ток основного выпрямителя, А	320				
Схема и группа соединения обмоток	У/У-0				
Масса, кг	260	350	450		645

Таблица. Параметры трансформаторов для возбуждателей ВТЕ-320/xxx-ПЦ

Наименование параметров трансформаторов	Нормы для типов				
	ВТЕ-320/48-ПЦЭ	ВТЕ-320/75-ПЦЭ	ВТЕ-320/115-ПЦЭ	ВТЕ-320/150-ПЦЭ	ВТЕ-320/230-ПЦЭ
Тип трансформатора	ТСЗВ-40/0,7-ВЭ	ТСЗВ-63/0,7-ВЭ	ТСЗВ-100/0,7-ВЭ	ТСЗВ-100/0,7-ВЭ	ТСЗВ-160/0,7-ВЭ
Номинальная мощность, кВА	51,2	73,9	112,3		158,9
Линейное напряжение вторичной обмотки	80/100/160	115/155/230	175/237/350	115/146/230	175/233/350
Номинальный первичный ток при работе основного выпрямителя, А	47,9	74,2	113,5	98,9	151,0
Номинальный первичный ток при работе форсировочного выпрямителя, А	107,3	154,3	234,7	217,8	331,4
Вторичный ток основной обмотки, А	182			257	
Вторичный ток форсировочной обмотки, А	254,8			359,8	
Схема и группа соединения обмоток	У/У-0				
Масса, кг	260	350	450		645

Таблица. Параметры трансформаторов для возбуждателей ВТЕ-320/xxx-ПЦЭ

## ТИРИСТОРНЫЙ ВОЗБУДИТЕЛЬ ТИПА ПЦЭР ОТЛИЧАЕТСЯ ОТ ПЦЭ:

- Системой резервирования, средствами отображения данных, и возможностью подключения к АСУ ТП.
- Основной и резервный блоки управления.
- Источник бесперебойного питания для питания системы управления
- Сенсорный дисплей для отображения режимов работы возбуждителя и редактирования установок параметров

## РЕЖИМЫ РАБОТЫ

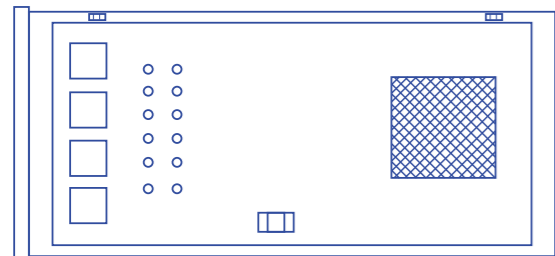
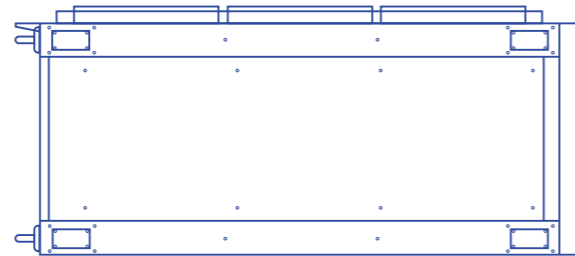
В возбуждителях предусмотрены автоматический, ручной и аварийный режимы управления током возбуждения.

При необходимости, в процессе работы допускается переключение с ручного на автоматический режим и обратно, при этом изменение режима работы происходит без бросков тока.

ПРОДУКЦИЯ ИЗГОТОВЛИВАЕТСЯ В СООТВЕТСТВИИ С ТУ 3416-048-55978767-16

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ ГОСТ 14695-80, ГОСТ 1516.3-96, ТР ТС 020/2011

Мощность, кВА	Ток, А	Напряжение, В	Кратность форсировки	Схема выпрямления	Габариты, (Д/Г/В)	Масса, кг	КПД, %	Коэффициент мощности
15,2	320	48	1,75	3-х фазная с нулевым выводом	650/460/1435	175	91	0,6
				3-х фазные с нулевым выводом основная и форсировочная				
23,625	320	75	1,75	3-х фазная с нулевым выводом	650/460/1435	175	92	0,6
				3-х фазные с нулевым выводом основная и форсировочная				
36,225	320	115	1,75	3-х фазная с нулевым выводом	650/460/1435	180	94	0,6
				3-х фазные с нулевым выводом основная и ф орсировочная				
47,25	320	150	1,75	3-х фазная мостовая	650/430/1650	185	94	0,74
				3-х фазные мостовые основная и форсировочная				
72,45	320	230	1,75	3-х фазная мостовая	650/430/1650	185	96	0,74
				3-х фазные мостовые основная и форсировочная				
			2,5	3-х фазные мостовые основная и форсировочная	650/430/1650	205	97	0,92
				3-х фазные мостовые основная и форсировочная				


**ВТЕ-320**


Вид сбоку одностороннее обслуживание

## РУЧНОЙ РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ

При работе в режиме ручного управления ток возбуждения поддерживается на уровне постоянного значения, при этом обеспечивается:

Прямой пуск синхронного электродвигателя с автоматической подачей возбуждения, как в функции тока статора, так и в функции скольжения

Реакторный пуск с автоматической подачей возбуждения с функции тока статора

Стабилизация заданного тока возбуждения при значительных ударных нагрузках электродвигателя

Стабилизация заданного тока возбуждения с точностью не ниже 5% при колебании напряжения питающей сети в пределах 70-110% от номинального и изменения температуры обмотки возбуждения

Ограничение напряжения возбуждения по минимуму (в пределах 0...0,5 номинального значения)

Ограничение тока возбуждения по максимуму (в пределах 0,80...1,75 номинального значения)

Форсированное гашение поля ротора при отключении двигателя, перерывах питания электродвигателя и наличии дополнительного сигнала на гашение поля

Форсировка по напряжению 1,75 номинального значения при номинальном напряжении сети, питающей возбудитель

Плавная регулировка тока возбуждения от 0,3 до 1,4 А номинального, с возможностью подстройки пределов регулирования

Защита ротора от длительной перегрузки по току

## АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ

При работе в режиме автоматического управления вводится в работу автоматический регулятор возбуждения - АРВ. Значения тока возбуждения и регулятора возбуждения корректируются через кнопки управления на панели шкафа, а также дистанционно. Дополнительно в автоматическом управлении обеспечивается регулирование:

Поддержание заданного коэффициента мощности электродвигателя (cos F)

Поддержание напряжения сети

Обеспечение устойчивости электродвигателя при увеличении нагрузки

Поддержание напряжения статора при нагрузках меньше номинальной и обеспечение устойчивости электродвигателя при увеличении нагрузки выше номинальной

## АВАРИЙНЫЙ РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ

При работе в режиме аварийного управления аналоговый возбудитель синхронного электродвигателя обеспечивает регулировку тока возбуждения от нуля до форсировочного значения с возможностью подстройки пределов регулирования. Возбудитель содержит следующие системы защиты:

от коротких замыканий в цепях тиристорного преобразователя от длительного асинхронного хода электродвигателя

от потери возбуждения работающего электродвигателя от пробоя изоляции ротора на землю

от недопустимых перегрузок по возбуждению от неисправности блок-контактов выключателей

от частых пусков электродвигателя от низкого напряжения статора

от смены направления мощности от перенапряжения на обмотке возбуждения

защита пускового сопротивления от перегрева



ГРУППА «РУСЭЛТ»

г. Москва Волоколамское шоссе 89

[info@ruselt.ru](mailto:info@ruselt.ru)

8 800 555-52-12

+7 (495) 641-01-10

[WWW.RUSELT.RU](http://WWW.RUSELT.RU)

